

## Non-intrusive measurement of telephone transmission line quality

**Publication number:** FR2733867 (A1)

**Publication date:** 1996-11-08

**Inventor(s):**

**Applicant(s):** BARRIAC VINCENT [FR]

**Classification:**

**- international:** G10L11/02; H04B3/46; H04J3/17; H04L1/20; H04M3/22;  
G10L11/00; H04B3/46; H04J3/17; H04L1/20; H04M3/22;  
(IPC1-7): H04L1/20; H04L12/24

**- European:** G10L11/02; H04B3/46; H04J3/17C; H04L1/20; H04M3/22K

**Application number:** FR19950005347 19950504

**Priority number(s):** FR19950005347 19950504

**Also published as:**

- FR2733867 (B1)
- EP0741471 (A1)
- EP0741471 (B1)
- DE69622222 (T2)

**Cited documents:**

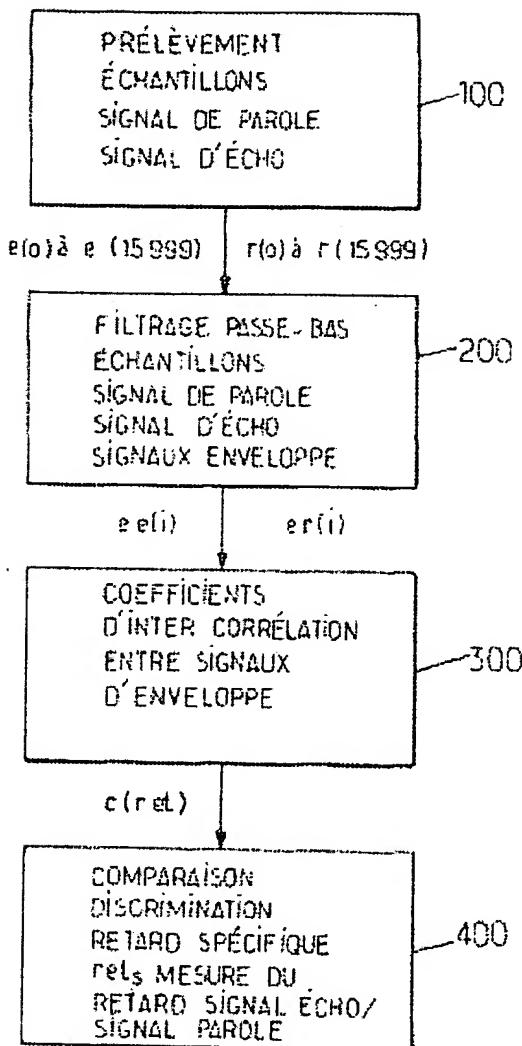
- EP0565224 (A2)
- EP0047590 (A2)
- XP000313702 (A)

Abstract not available for FR 2733867 (A1)

Abstract of corresponding document: **EP 0741471 (A1)**

The method involves sampling speech and echo signals for a time period of approx. two seconds. A lowpass filter is allocated to the speech signal for half the time and to the echo samples for the other half. A recursive signal is used for smoothing and is used with the lowpass filter to obtain an envelope for the respective signals where  $ee(i)$  and  $er(i)$  are the amplitudes of the envelope for the  $i$ th. signal or echo sample and  $ee(i) = ee(i-1).(1-1/128) + e(8i)/128$  and  $er(i) = er(i-1).(1-1/128) + r(8i + 8000)/128$ . A number of intercorrelation coefficients are then established for different delays, for example 5 ms delay steps between 0 and 1000 ms, and compared to find the largest value in order to obtain the delay representative of the measured delay of the echo on the telephone line.

FIG.1a.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 733 867

(21) N° d'enregistrement national :  
95 05347

(51) Int Cl<sup>e</sup> : H 04 L 1/20, 12/24

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 04.05.95.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 08.11.96 Bulletin 96/45.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : BARRIAC VINCENT — FR et  
GILLOIRE ANDRE — FR.

(72) Inventeur(s) :

(73) Titulaire(s) :

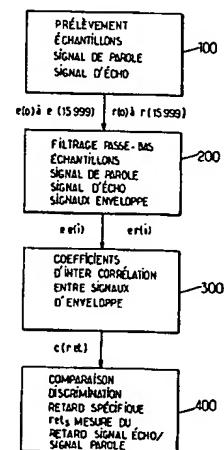
(74) Mandataire : CABINET PLASSERAUD.

### (54) PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE SANS INTRUSION DE LA QUALITE DE TRANSMISSION D'UNE LIGNE TELEPHONIQUE.

(57) L'invention concerne un procédé et un dispositif de  
mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une  
ligne téléphonique.

Des échantillons du signal de parole et du signal d'écho  
sont prélevés (100), soumis à un filtrage passe-bas (200)  
pour obtenir des signaux d'enveloppe du signal de parole  
et du signal d'écho.

Un calcul des coefficients d'intercorrélation entre les si-  
gnaux d'enveloppe est effectué (300) pour obtenir les coef-  
ficients d'intercorrélation  $c(rt)$  et une comparaison et une  
discrimination (400) permet de déterminer le retard spécifi-  
que  $ret_s$ , mesure du retard entre signal d'écho et signal de  
parole.



FR 2 733 867 - A1



Procédé et dispositif de mesure sans intrusion  
de la qualité de transmission  
d'une ligne téléphonique.

5 L'invention concerne un procédé et un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique.

10 Pour mesurer la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, il est possible d'opérer de deux manières. La première consiste à envoyer un signal spécifique en entrée de ligne et à analyser le signal reçu en extrémité de ligne, selon un mode opératoire avec intrusion.

15 La deuxième, mode opératoire sans intrusion, consiste au moyen d'appareils appelés I.N.M.D. (pour *In Service Non Intrusive Measurement Device* en langage anglo-saxon), à effectuer directement des mesures sur les signaux réels support des conversations téléphoniques transitant sur le réseau téléphonique, en n'importe quel point de la ligne de transmission.

20 Ces types d'appareils ont déjà fait l'objet d'une normalisation par l'A.N.S.I. (*American National Standard Institute*, organisme nord-américain de normalisation).

25 En particulier, afin de bien caractériser la qualité des communications, quatre paramètres principaux ont été retenus :

- le niveau vocal actif dans les deux sens de transmission, en dBm ;
- le niveau de bruit dans les deux sens de transmission, en dBm ;
- le retard sur le trajet d'écho, en ms ;
- l'affaiblissement sur le trajet d'écho, en dB.

30 On rappelle que le trajet d'écho représente le chemin parcouru par un signal de parole entre l'instant où un locuteur parle dans son combiné téléphonique et celui où il entend sa propre voix en retour, affaiblie et décalée dans le temps.

D'autres paramètres pourront, le cas échéant, être utilisés.

D'une manière générale, les modes opératoires de mesure de ces paramètres ne sont pas fixés dans les projets de recommandation internationale mais les objectifs et 5 performances le sont, et les valeurs limites admissibles sont directement inspirées des résultats des méthodes expérimentales mises en oeuvre jusqu'à ce jour.

10 Parmi ces méthodes, on peut citer la méthode qui a fait l'objet de la publication par l'UIT - Secteur de la normalisation des télécommunications, Commission d'études 12, question 24/12, source ATQT intitulée "In service Non Intrusive Measurement Algorithms and Field Results", Genève 10-19 mai 1993.

15 Une telle méthode, en vue de procéder à la mesure de certains paramètres précités tels que le retard sur le trajet d'écho, nécessite la mise en oeuvre d'un processus de convergence sur plus de dix mille itérations de filtres adaptatifs à quatre vingt coefficients, l'un après l'autre, 20 chacun couvrant une fenêtre d'analyse de signal de dix millisecondes, avant de déterminer le filtre qui a le mieux convergé pour calculer, à partir de son coefficient le plus élevé, avec une précision d'au moins une milliseconde, le retard recherché et l'affaiblissement correspondant.

25 Ainsi, pour pouvoir mesurer des retards d'écho compris entre zéro et cent millisecondes, il est nécessaire d'utiliser dix de ces filtres et consommer en conséquence un temps de calcul important, ce temps devenant même prohibitif si la plage de mesure des retards est portée à deux cents millisecondes et au-delà.

30 Bien qu'un projet de recommandation internationale ait, pour l'instant, fixé la limite supérieure d'une plage à cinquante millisecondes, pour ce type de mesures, à partir des appareillages existants, dans le cadre de communications téléphoniques locales, la limite supérieure de la plage des 35 valeurs de retard a été portée à une seconde pour les appareils capables de traiter les communications internatio-

nales. L'utilisation des appareils de type I.N.M.D. précités pour caractériser des communications internationales, notamment lorsque celles-ci sont acheminées par satellite, implique en effet la mesure de retards d'écho de plusieurs 5 centaines de millisecondes.

La méthode précitée présente donc des limitations réelles et potentielles dans la mesure où, limitée à la mesure de retards d'écho limités à cent millisecondes, il ne paraît guère envisageable, par une simple augmentation des 10 capacités de calcul, d'en multiplier les capacités de traitement en raison d'une très grande complexité de mise en oeuvre.

La présente invention a pour objet de remédier aux 15 inconvénients et aux limitations de la méthode précitée et notamment d'assurer la stabilité de la convergence des filtres utilisés pour la mise en oeuvre des opérations de mesure proprement dites.

Un autre objet de la présente invention est en 20 outre, dans le cadre d'une stabilité du processus de convergence du filtrage précité, une accélération de ce processus de convergence, et, corrélativement, une diminution des coûts en temps de calcul.

Un autre objet de la présente invention est également, dans le cadre du processus de convergence stabilisé et 25 accéléré précité, une amélioration et un élargissement de la plage de mesure des retards d'écho précités tout en conservant une précision comparable de ces mesures.

Un autre objet de la présente invention est, enfin, la mise en oeuvre d'un procédé et d'un dispositif du type 30 I.N.M.D. permettant conjointement d'effectuer en outre une mesure convenable de l'affaiblissement sur le trajet d'écho.

Le procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures 35 successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic en un point de cette ligne téléphonique, objet de la présente invention,

est remarquable en ce qu'il consiste à prélever, sur une durée déterminée sur le signal de parole et le signal d'écho transitant sur la ligne téléphonique, des échantillons du signal de parole et du signal d'écho. Les échantillons du signal de parole sont filtrés au moyen d'un filtrage passe-bas sur une durée déterminée et les échantillons du signal d'écho sont également filtrés au moyen d'un filtrage passe-bas sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée mais décalée de la moitié de celle-ci, ce qui permet d'obtenir des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho. Une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé est établie. Une comparaison des coefficients d'intercorrélation permet de discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, pour une valeur de retard spécifique, cette valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard du signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

Le dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique sur laquelle transitent un signal de parole et un signal d'écho, objet de la présente invention, est remarquable en ce qu'il comprend des circuits de prélèvement sur une durée déterminée sur le signal de parole et le signal d'écho, d'un nombre prédéterminé d'échantillons de ces signaux. Un module de filtrage de type passe-bas permet de filtrer sur une durée déterminée les échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de la moitié de cette même durée, les échantillons du signal d'écho, pour engendrer des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho. Un module de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts, permet de discriminer

le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande pour une valeur de retard spécifique, laquelle est représentative de la mesure du retard du signal d'écho, au point de mesure de la ligne téléphonique.

5 Le procédé et le dispositif, objets de la présente invention, trouvent application à la gestion et à la surveillance des lignes téléphoniques numériques dans lesquelles le signal téléphonique est transmis à des débits égaux ou supérieurs à 64 kb/s.

10 Ils seront mieux compris à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après dans lesquels :

- la figure 1a représente, à titre illustratif, un organigramme de mise en oeuvre du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention ;

15 - la figure 1b représente un détail de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, tel que représenté en figure 1a ;

- la figure 2 représente un schéma illustratif, sous forme de diagramme bloc, d'un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention ;

20 - les figures 3a à 3l représentent la valeur de la fonction d'intercorrélation des signaux d'enveloppe du signal de parole et d'écho, valeur des coefficients d'intercorrélation pour différentes valeurs de pas de retard entre les valeurs centrées du signal d'enveloppe du signal d'écho et du signal de parole, pour des retards spécifiques entre signal de parole et signal d'écho compris entre 3 ms et 30 1997 ms.

Une description plus détaillée du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 1a.

35 D'une manière générale, on indique que la ligne téléphonique est le siège d'un trafic constitué par un

signal de parole et par un signal d'écho de ce signal de parole, ces signaux étant des signaux numériques constitués par une suite d'échantillons transmis à un débit de 64 kb/s par exemple. Le signal de parole transitant sur la ligne 5 téléphonique dans un sens direct provoque en extrémité de ligne téléphonique, au point de destination du signal de parole, un signal d'écho, lequel est réfléchi en sens contraire sur la ligne téléphonique vers la source d'émission du signal de parole.

10 Conformément à un aspect particulièrement avantageux du procédé objet de la présente invention, celui-ci, ainsi que représenté en figure 1a, consiste à effectuer en un point de mesure de la ligne téléphonique considérée, un prélèvement, noté 100, d'échantillons du signal de parole et 15 du signal d'écho afin d'obtenir un nombre déterminé de ces échantillons. Le prélèvement est effectué de manière classique sur une fenêtre d'observation de durée déterminée, cette durée pouvant par exemple être prise égale à deux secondes. Le signal de parole et le signal d'écho étant par 20 exemple formés par des échantillons obtenus par modulation par impulsion et codage (MIC) à une fréquence de 8 kHz par exemple, 16 000 valeurs sur chaque sens de circulation du signal de parole respectivement du signal d'écho sont obtenues, ces valeurs ou échantillons prélevés étant notés 25 par exemple  $e_{(0)}$  à  $e_{(15\ 999)}$  pour le signal de parole et  $r_{(0)}$  à  $r_{(15\ 999)}$  pour le signal d'écho. On indique bien sûr que le prélèvement doit être effectué en s'assurant régulièrement toutes les 400 millisecondes par exemple que les signaux transitant sur la ligne sont effectivement constitués par 30 des signaux de parole et que le sens de transmission des signaux ne s'inverse pas. Ces procédures de vérification sont classiques, et, à ce titre, elles ne seront pas décrites en détail.

35 Les échantillons prélevés constituent au point de mesure de la ligne téléphonique des signaux de mesure du signal de parole et du signal d'écho. D'une manière généra-

le, on indique que la désignation signal couvre toute suite d'échantillons numériques mémorisés ou lus à une fréquence de lecture appropriée.

Le procédé objet de la présente invention consiste 5 ensuite, en une étape 200, à effectuer un filtrage de type passe-bas sur les échantillons du signal de parole respectivement sur les échantillons du signal d'écho.

Selon une caractéristique particulière du procédé 10 objet de la présente invention, le filtrage de type passe-bas est effectué pendant la durée déterminée, c'est-à-dire la durée de deux secondes de prélèvement des échantillons sur les échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, soit sensiblement une seconde, et décalée de la moitié de 15 cette durée déterminée, c'est-à-dire sur la dernière seconde, sur les échantillons du signal d'écho. On comprend ainsi que le filtrage de type passe-bas est effectué sur les échantillons  $e_{(0)} \text{ à } e_{(15 \ 999)}$  alors que ce même processus de filtrage passe-bas n'est effectué que sur les échantillons 20  $r_{(8 \ 000)} \text{ à } r_{(15 \ 999)}$  en ce qui concerne le signal d'écho.

L'opération de filtrage de type passe-bas, référencée 200 sur la figure 1a, permet ainsi d'obtenir des signaux 25 d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho précédemment cités. Ces signaux d'enveloppe sont notés  $ee(i)$  respectivement  $er(i)$ .

Par l'opération de filtrage, portant la référence 200, on comprend qu'on obtient en fait deux mille valeurs numériques selon l'exemple précité, représentatives de 30 valeurs du signal d'enveloppe d'émission, notées  $ee(i)$ , et mille valeurs du signal d'écho, notées  $er(i)$ , ces valeurs étant bien entendu mémorisées pour un traitement ultérieur. On comprend en effet que l'opération de filtrage de type 35 passe-bas a pour effet de lisser les valeurs échantillons obtenues à l'issue de l'étape 100 précédente à une fréquence de 1 KHz par exemple en effectuant un sous-échantillonnage de rapport 8. Les signaux d'enveloppe du signal de parole et

du signal d'écho vérifient alors la relation dans l'exemple précédent :

$$ee(i) = ee(i-1).(1-1/128) + e(8i)/128$$

pour  $i \in [0 \text{ à } 1999]$ .

5 Les signaux d'enveloppe précédents ayant été obtenus, le procédé objet de la présente invention consiste alors, en une étape notée 300, à établir une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe précédents pour des retards successifs distincts de pas de retard 10 déterminé.

Dans un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, on indique que les retards utilisés sont compris entre 5 et 1000 millisecondes avec des pas de retard de 5 millisecondes, ce qui permet d'obtenir environ 200 15 valeurs de coefficients d'intercorrélation, ces coefficients d'intercorrélation permettant bien entendu de calculer la corrélation entre le signal de parole incident et le signal d'écho réfléchi sur la ligne téléphonique prise en considération.

20 Bien entendu, les coefficients d'intercorrélation, notés  $c(ret)$  sont mémorisés en vue d'un traitement ultérieur qui permettra de discriminer la valeur de retard donnant le coefficient d'intercorrélation maximum pour un maximum de ressemblance entre le signal de parole et le signal d'écho.

25 L'étape 300 d'établissement des coefficients d'intercorrélation est alors suivie, ainsi que représenté sur la figure 1a, d'une étape de comparaison des coefficients d'intercorrélation  $c(ret)$  précédents pour discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, 30 pour une valeur de retard spécifique, laquelle représente la mesure du retard entre le signal d'écho et le signal de parole au point de mesure de la ligne téléphonique. Ce retard spécifique est noté  $ret$ .

35 Une description plus détaillée du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention, tel qu'illus-

tré en figure 1a, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 1b.

Sur la figure 1b, on a représenté un organigramme général de mise en oeuvre des différentes étapes du procédé, 5 objet de la présente invention.

Sur la figure 1b, on considère que l'étape de prélèvement des échantillons du signal de parole et du signal d'écho, portant la référence 100 sur la figure 1a, est effectuée de manière classique à partir des échantillons 10 transitant sur la ligne téléphonique dans le sens d'émission du signal de parole, respectivement dans le sens de réception du signal d'écho. Ces opérations sont des opérations de type classique, et, à ce titre, ne seront pas décrites en détail. Les échantillons prélevés  $e_{(0)}$  à  $e_{(15,999)}$  respectivement 15  $r_{(0)}$  à  $r_{(15,999)}$  sont des échantillons quantifiés en codage MIC précédemment cité.

Sur la figure 1b, on indique que les opérations correspondant aux étapes 200 et 300 de la figure 1a étant effectuées pour la plupart sur les échantillons prélevés du 20 signal de parole respectivement sur les échantillons prélevés du signal d'écho, ces mêmes opérations relatives au signal de parole portent la référence  $e$  en indice, alors que ces opérations réalisées sur le signal d'écho portent la même référence avec l'indice  $r$ .

25 Ainsi que représenté sur la figure 1b, les échantillons prélevés sont ainsi soumis aux étapes 200<sub>e</sub>, 200<sub>r</sub>, pour réaliser le filtrage de type passe-bas à un sous-échantillonnage proprement dit, noté 201<sub>e</sub> respectivement 201<sub>r</sub>, sous-échantillonnage réalisé par décimation par 8. De manière 30 classique, on indique que ce sous-échantillonnage peut être réalisé par mémorisation des valeurs puis lecture d'une valeur sur 8, par exemple. Les opérations 201<sub>e</sub> respectivement 201<sub>r</sub>, sont effectuées pendant la durée déterminée de deux secondes de prélèvement, respectivement pendant la 35 moitié de cette durée décalée et permettent d'engendrer un signal de parole sous-échantillonné, respectivement un

signal d'écho sous-échantillonné. Les étapes de sous-échantillonnage 201<sub>e</sub> respectivement 201<sub>r</sub> sont alors suivies d'un lissage proprement dit par filtrage récursif pendant la durée correspondante, la durée déterminée pour le signal de parole sous-échantillonné, égale à deux secondes, et la durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée pour le signal d'écho sous-échantillonné, pour engendrer les signaux d'enveloppe du signal de parole ee(i) et du signal d'écho er(i) considéré. Les opérations de lissage proprement dit portent la référence 202<sub>e</sub> respectivement 202<sub>r</sub>, sur la figure 1b. Les signaux d'enveloppe du signal de parole ee(i) peuvent alors être rangés en mémoire en une étape 203<sub>e</sub>, une boucle itérative 204<sub>e</sub> permettant l'obtention des 2000 valeurs du signal d'enveloppe du signal de parole et leur rangement en mémoire ainsi que, en fin d'obtention de ces valeurs, une initialisation d'un pas de retard à la valeur zéro en une étape 205<sub>e</sub>.

Une boucle formée par les étapes 206<sub>e</sub> de comparaison de la valeur du pas de retard à la valeur 200, de test 207<sub>e</sub> relatif à l'obtention des coefficients d'intercorrélation, puis d'opération de sélection en mémoire 208<sub>e</sub> d'un nombre d'échantillons correspondant à une durée d'une seconde et d'incrémentation du retard de la valeur + 1 en 209<sub>e</sub> permet de préparer les valeurs des signaux d'enveloppe ee(i) pour l'étape de calcul des coefficients d'intercorrélation.

En ce qui concerne l'opération de lissage proprement dite, notée lissage 1 portant la référence 202<sub>e</sub>, respectivement 202<sub>r</sub>, sur la figure 1b, on indique que cette opération est réalisée par un filtrage récursif vérifiant la relation :

- pour le signal enveloppe du signal de parole :

$$ee(i) = ee(i-1).(1-1/128) + e(8i)/128.$$

Dans cette relation, ee(i) représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal de parole e(i) de rang i, avec  $i \in [0, 1999]$ , et

- pour le signal d'enveloppe du signal d'écho :

$$er(i) = er(i-1).(1-1/128) + r(8i+8000)/128.$$

Dans cette relation  $er(i)$  représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal d'écho  $r(i)$  de rang  $i$ , avec  $i \in [0, 999]$ .

5 Ainsi que représenté sur la figure 1b, le signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho sont ensuite soumis à l'étape de calcul des coefficients d'intercorrélation portant les références 300<sub>r</sub> et 300<sub>e</sub> sur la figure précitée.

10 D'une manière générale, on indique que les étapes précitées consistent pour chaque retard successif, ces retards étant compris entre 5 et 1000 millisecondes, au pas de 5 millisecondes par exemple, ainsi que mentionné précédemment, et obtenus grâce à la boucle 206<sub>e</sub>, 207<sub>e</sub>, 208<sub>e</sub> et 209<sub>e</sub> précédemment décrite, à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal d'écho à l'opération 300<sub>r</sub> sur la totalité de la durée du signal d'écho échantillonné. Cette opération de filtrage récursif est réalisée grâce à une opération de filtrage proprement dite, notée 301<sub>r</sub>, désignée par lissage 2 sur la figure 1b, et d'une boucle récursive entre la valeur d'entrée de l'opération 301<sub>r</sub> et la valeur de sortie, et d'un opérateur de soustraction, noté 302<sub>r</sub>, sur la figure 1b. Une opération de rangement en mémoire de durée une seconde, 20 c'est-à-dire correspondant au nombre d'échantillons prélevés pour le signal d'écho, est prévue en 303<sub>r</sub>. Un test relatif à l'obtention du nombre de valeurs moyennes correspondantes 304<sub>r</sub> est prévu pour la poursuite du processus par bouclage vers l'opération de filtrage de type passe-bas 200<sub>r</sub> ou au contraire vers une opération d'un décalage de 250 millisecondes, 305<sub>r</sub>, et permet d'obtenir les valeurs moyennes recentrées pour une opération de calcul des coefficients d'intercorrélation proprement dite. Ces valeurs moyennes recentrées sont notées  $mr(i)$  sur la figure 1b.

35 De la même manière, l'étape de calcul de la pluralité de coefficients d'intercorrélation consiste, pour

chaque retard successif, à effectuer un filtrage récursif semblable, portant la référence 300<sub>er</sub>, sur le signal d'enveloppe du signal de parole sur la moitié correspondante, soit 1 seconde, de la durée du signal de parole échantillonné, 5 par les opérations de lissage proprement dites 301<sub>er</sub> et de bouclage récursif à partir des valeurs d'entrée de ce lissage proprement dit 301<sub>er</sub> et de sortie de ce même lissage par l'intermédiaire d'un opérateur de soustraction 302<sub>er</sub>. Un décalage de 250 millisecondes portant la référence 305<sub>er</sub>, 10 permet d'obtenir des valeurs moyennes centrées d'enveloppe du signal de parole, notées  $me(i,ret)$  pour chaque valeur successive de retard  $ret$  déterminée.

La pluralité de coefficients de corrélation, c'est-à-dire les coefficients  $c(ret)$  est alors établie sur une 15 plage de temps de valeurs déterminée de la moitié correspondante des valeurs centrées des valeurs du signal d'écho et d'enveloppe du signal de parole, par calcul à partir des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho  $mr(i)$  et du signal de parole  $me(i,ret)$ . Dans l'exemple de réalisation 20 choisi, les coefficients de corrélation  $c(ret)$  sont calculés entre les 750 dernières millisecondes de l'enveloppe centrée de réception, c'est-à-dire du signal d'écho, et les 750 millisecondes correspondantes de l'enveloppe centrée du signal de parole pour chacun des retards précités.

25 Ainsi que représenté sur la figure 1b, ce calcul est effectué au moyen d'un opérateur de multiplication portant la référence 306<sub>er</sub>, et d'une opération de filtrage récursif portant la référence 307<sub>er</sub>, désignée par lissage 3 sur la figure 1b. Les valeurs des coefficients d'intercorrélation 30 c(ret) obtenus suite à l'opération de lissage 3, 306<sub>er</sub>, sont ensuite mises en mémoire en une opération notée 308<sub>er</sub>.

D'une manière générale, on indique que les valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho  $mr(i)$  vérifient la relation :

35  $mr(i) = mr(i-1).(1-1/8)+er(i)/8$ , pour  $i \in [0,999]$ .  
La valeur centrée d'enveloppe du signal de parole

me(i,ret) pour chaque valeur successive du retard ret, vérifie la relation :

me(i,ret) = me(i-1,ret).(1-1/8)+ee(i/1000-ret)/8,  
pour  $i \in [0,999]$ .

5 Enfin, chaque coefficient d'intercorrélation  $c(ret)$  obtenu suite à l'opération de lissage 3, 307<sub>er</sub>, vérifie la relation :

c(ret) =  
c(ret).(1-1/16)+[er(i)-mr(i)].[ee(i+1000-ret)-me(i,ret)]/16,  
10 pour  $i \in [250,999]$ .

Suite à l'obtention des coefficients d'intercorrélation mémorisés à l'étape 308<sub>er</sub>, on indique, ainsi que représenté en figure 1b, que l'étape 400 de comparaison pour effectuer une discrimination du retard spécifique  $ret$ , peut être réalisée à partir d'une porte logique 401 permettant de commander l'opération de comparaison proprement dite à partir des valeurs des coefficients d'intercorrélation mises en mémoire au moyen d'une routine de comparaisons des coefficients portant la référence 402. La routine de comparaison des coefficients d'intercorrélation 402 permet d'obtenir le retard spécifique  $ret$ , sur le trajet d'écho avec une précision correspondant à la valeur d'un retard élémentaire ou pas de retard, soit 5 ms dans l'exemple de réalisation décrit.

25 Bien entendu, l'ensemble du processus de traitement décrit en liaison avec la figure 1b est réalisé en synchronisation à partir d'un module de synchronisation 500, lequel permet de délivrer tout signal d'horloge adapté, noté CLK, permettant la conduite du processus selon les étapes précédemment indiquées.

30 Une description plus détaillée d'un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique conforme à l'objet de la présente invention sera maintenant donnée en liaison avec la figure 2.

35 D'une manière générale, on indique que le dispositif

5        objet de la présente invention comporte des circuits, notés le respectivement 1<sub>e</sub>, de prélèvement sur une durée déterminée, sur le signal de parole et sur le signal d'écho, d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho. Des circuits 1<sub>e</sub> et 1<sub>r</sub> sont avantageusement constitués par un circuit d'interfaçage de type M.I.C. permettant la sélection du signal d'émission respectivement du signal de réception. Ces circuits sont des circuits de type classique, et, à ce titre, ne seront pas décrits en 10      détail. Bien entendu, les circuits d'interfaçage 1<sub>e</sub> et 1<sub>r</sub> sont interconnectés à la ligne téléphonique sur laquelle une mesure de qualité doit être effectuée et délivrent les échantillons successifs prélevés du signal de parole respectivement du signal d'écho.

15      Le dispositif objet de la présente invention comporte également des circuits de filtrage de type passe-bas sur une durée déterminée des échantillons du signal de parole et sur une durée égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de cette même durée des échantillons du signal d'écho.

20      Dans un mode de réalisation avantageux tel que représenté en figure 2, le circuit de filtrage de type passe-bas comprend au moins un premier et un deuxième circuit sous-échantillonneur, portant la référence 2<sub>e</sub>, respectivement 2<sub>r</sub>, interconnectés au premier respectivement au deuxième circuit d'interfaçage 1<sub>e</sub>, 1<sub>r</sub>. Les circuits sous-échantillonneurs permettent de délivrer un signal de parole et un signal d'écho sous-échantillonné. Ils peuvent être réalisés de manière non limitative par un circuit de 25      mémorisation recevant le signal de parole, respectivement le signal d'écho sous-échantillonné à une fréquence déterminée, la fréquence 8 KHz telle que mentionnée précédemment. Ces circuits de mémorisation sont ensuite lus à une fréquence inférieure, dite fréquence de décimation, dont le rapport 30      constitue le rapport de décimation choisi, le rapport 8 dans l'exemple décrit.

35

Les circuits de filtrage de type passe-bas comprennent en outre un module de lissage par filtrage récursif recevant le signal de parole et le signal d'écho sous-échantillonné et permettant d'engendrer les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

Dans un mode de réalisation préférentiel du dispositif objet de la présente invention, on indique que les circuits de lissage par filtrage récursif peuvent avantageusement être formés par une unité de calcul, portant la référence 3, cette unité de calcul étant constituée par exemple par un processeur de signal numérique (D.S.P.) muni d'une mémoire de programme spécifique comportant une routine de programme correspondant à la fonction de lissage notée lissage 1 sur la figure 1b. Bien entendu, à l'unité de calcul 3 est ainsi associée une mémoire 4 comportant par exemple une partie mémoire vive ou mémoire de travail 41 et une partie mémoire morte 40, laquelle comporte la routine précitée. Un circuit 5 de gestion de la mémoire est prévu, permettant l'adressage en lecture-écriture de la mémoire 4 et en particulier de la mémoire morte 40 et de la mémoire vive 41 associée à l'unité de calcul 3. De manière classique, une horloge 6 permet de synchroniser les opérations de l'ensemble.

Enfin, le dispositif objet de la présente invention comporte bien entendu un module de calcul des coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho pour les retards successifs distincts de pas de retard déterminé ainsi qu'un module de discrimination du coefficient d'intercorrélation de la plus grande valeur de ces coefficients pour la valeur de retard spécifique correspondante. Bien entendu, les modules précités sont constitués par l'unité de calcul 3 et la mémoire morte 40 associée, laquelle comporte des routines correspondantes telles que décrites en liaison avec la figure 1b, c'est-à-dire spécifiquement des routines correspondant aux opérateurs 306<sub>er</sub>, 307<sub>er</sub> et 308<sub>er</sub> respectivement

402 sur la figure 1b.

Du point de vue du fonctionnement, on indique que la partie 41 de la mémoire 4 constituant mémoire vive peut permettre par exemple de mémoriser les signaux de parole et 5 d'écho sous-échantillonnés ainsi que tous les résultats de calculs intermédiaires permettant d'obtenir les coefficients d'intercorrélation  $c(\text{ret})$  précités. Enfin, un circuit d'interfaçage 7 est prévu, ce circuit d'interfaçage de type liaison série par exemple étant interconnecté à l'unité de 10 calcul 3 afin de permettre d'effectuer l'interconnexion du dispositif objet de la présente invention à un micro-ordinateur externe de pilotage par exemple.

Les figures 3a à 31 permettent d'illustrer les résultats obtenus par la mise en oeuvre du procédé objet de 15 la présente invention grâce au dispositif décrit en liaison avec la figure 2.

Le mode opératoire préconisé appliqué dans le domaine de fonctionnement des méthodes antérieures, c'est-à-dire pour des retards n'excédant pas 100 ms, donne des 20 résultats d'une précision équivalente mais d'une façon beaucoup plus rapide.

En outre, on constate aisément la présence d'un maximum pour la valeur des coefficients d'intercorrélation portée en ordonnées et désignée par corrélation pour le 25 décalage temporel ou retard spécifique  $\text{ret}$ , correspondant au retard sur le trajet d'écho. Ceci est particulièrement vérifié pour des valeurs de retard de 3 ms, 117 ms, 373 ms, 425 ms, 559 ms, 681 ms, 803 ms, 999 ms, 1111 ms, 1336 ms, 1651 ms et 1997 ms, ainsi que représenté sur les figures 3a 30 à 31 précitées. On indique en outre que les diagrammes illustrés sur les figures précédentes permettent de mettre en évidence une qualité de fonctionnement sensiblement identique pour des mesures de retard pouvant atteindre une seconde, et ce sans surcharge excessive de calcul, puisque 35 le calcul est effectué au moyen des 200 corrélations correspondant aux 200 pas de retard.

La limite de retard fixée actuellement à une seconde est réaliste vis-à-vis des conditions rencontrées sur le réseau téléphonique international.

Toutefois, cette limite peut être repoussée à des 5 valeurs supérieures à une seconde et il suffit pour cela, par la mise en oeuvre du procédé et du dispositif objets de la présente invention, d'augmenter le nombre de calculs de corrélation, le pas de retard de 5 ms pouvant être conservé. Ce nombre de calculs de corrélation augmente d'autant le 10 temps de calcul total mais maintient celui-ci dans des limites tout-à-fait raisonnables, les retards supérieurs à une seconde étant représentés en figures 3i à 3l.

On indique enfin que le procédé et le dispositif objets de la présente invention peuvent être utilisés non 15 seulement pour des mesures sans intrusion mais également dans le cadre d'applications téléphoniques ultérieures nécessitant la connaissance des paramètres caractéristiques de l'écho.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic, en un point de mesure de cette ligne téléphonique, caractérisé en ce que ledit procédé consiste :

5 a)- à prélever sur une durée déterminée sur ledit signal de parole et ledit signal d'écho transitant sur la ligne téléphonique, des échantillons du signal de parole et du signal d'écho ;

10 b)- à effectuer un filtrage de type passe-bas sur une durée déterminée sur lesdits échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée et décalée de la moitié de ladite durée déterminée sur lesdits échantillons du signal d'écho, pour obtenir les signaux d'enveloppe dudit signal de parole et dudit signal d'écho respectivement ;

15 c)- à établir une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé ;

20 d)- à comparer les coefficients d'intercorrélation pour discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, pour une valeur de retard spécifique, ladite valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard dudit signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite durée déterminée pendant laquelle le signal de parole et le signal d'écho sont soumis à un prélèvement est sensiblement égale à 2 secondes.

30 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit filtrage de type passe-bas consiste à :

35 b1)- sous-échantillonner, pendant ladite durée déterminée respectivement pendant la moitié de cette durée

décalée, lesdits échantillons du signal de parole et de signal d'écho pour engendrer un signal de parole sous-échantillonné respectivement un signal d'écho sous-échantillonné,

5 b2)- lisser par un filtrage récursif pendant ladite durée le signal de parole sous-échantillonné et le signal d'écho sous-échantillonné, pour engendrer un signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

10 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit lissage permettant d'engendrer le signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho est un filtrage récursif qui vérifie la relation :

$$ee(i) = ee(i-1).(1-1/128)+e(8i)/128$$

15 où  $ee(i)$  représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal de parole  $e(i)$  de rang  $i$ , avec  $i \in [0,1999]$  et

$$er(i) = er(i-1).(1-1/128)+r(8i+8000)/128$$

20 où  $er(i)$  représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal d'écho  $r(i)$  de rang  $i$ , avec  $i \in [0,999]$ .

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation consiste pour chaque retard successif :

25 - à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal d'écho, sur la totalité de la durée du signal d'écho échantillonné,

30 - à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal de parole, sur la moitié correspondante de la durée du signal de parole échantillonné, lesdites opérations de filtrage adaptatif pour déterminer la valeur moyenne permettant d'obtenir des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho  $mr(i)$  respectivement de parole  $me(i,ret)$ , pour chaque valeur successive 35 de retard  $ret$  déterminée,

- à calculer ladite pluralité de coefficients de

corrélation sur une plage de temps de valeur déterminée de ladite moitié correspondante des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho et d'enveloppe du signal de parole.

6. Dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic, en un point de mesure de cette ligne téléphonique, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte :

10 - des moyens de prélèvement sur une durée déterminée sur ledit signal de parole et ledit signal d'écho d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho ;

15 - des moyens de filtrage, du type passe-bas, sur une durée déterminée des échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de la moitié de cette durée déterminée des échantillons du signal d'écho, permettant d'engendrer des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho ;

20 - des moyens de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé et de discrimination du coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande pour une valeur de retard spécifique, cette valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard du signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

30 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de prélèvement d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho comprennent un premier et un deuxième circuit d'interfaçage interconnectés à la ligne téléphonique, sur laquelle une mesure de qualité doit être effectuée et délivrant des échantillons successifs du signal de parole respectivement

du signal d'écho.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de filtrage de type passe-bas comprennent au moins :

5 - un premier et un deuxième circuit sous-échantillonneur interconnectés au premier respectivement au deuxième circuit d'interfaçage, permettant de délivrer un signal de parole et un signal d'écho sous-échantillonnés ;

10 - des moyens de lissage par filtrage adaptatif recevant le signal de parole et le signal d'écho sous-échantillonnés et permettant d'engendrer lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le lesdits moyens de calcul d'une pluralité de 15 coefficients d'intercorrélation sont formés par :

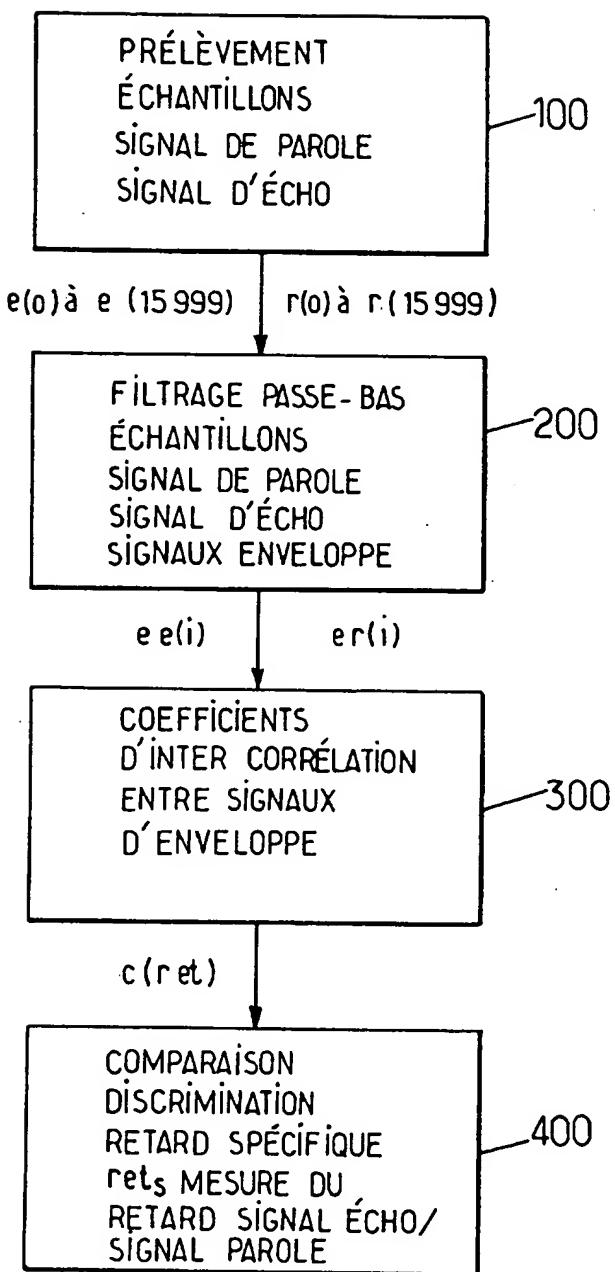
- un processeur de signal numérique muni de ses mémoires de programmes,

20 - une mémoire de travail de type mémoire vive, ladite mémoire de travail étant interconnectée audit processus de signal numérique et audit premier et deuxième circuit sous-échantillonneur et permettant de mémoriser lesdits signaux de parole et d'écho sous-échantillonnés, lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, et la valeur de retard spécifique représentative du 25 retard du signal d'écho,

- un circuit d'interfaçage de type liaison série interconnecté au processeur de signal numérique et permettant l'interconnexion à un micro-ordinateur externe.

10. Dispositif selon les revendications 8 et 9, 30 caractérisé en ce que lesdits moyens de lissage par filtrage adaptatif sont formés par ledit processeur de signal numérique, muni d'une mémoire de programme spécifique.

FIG.1a.



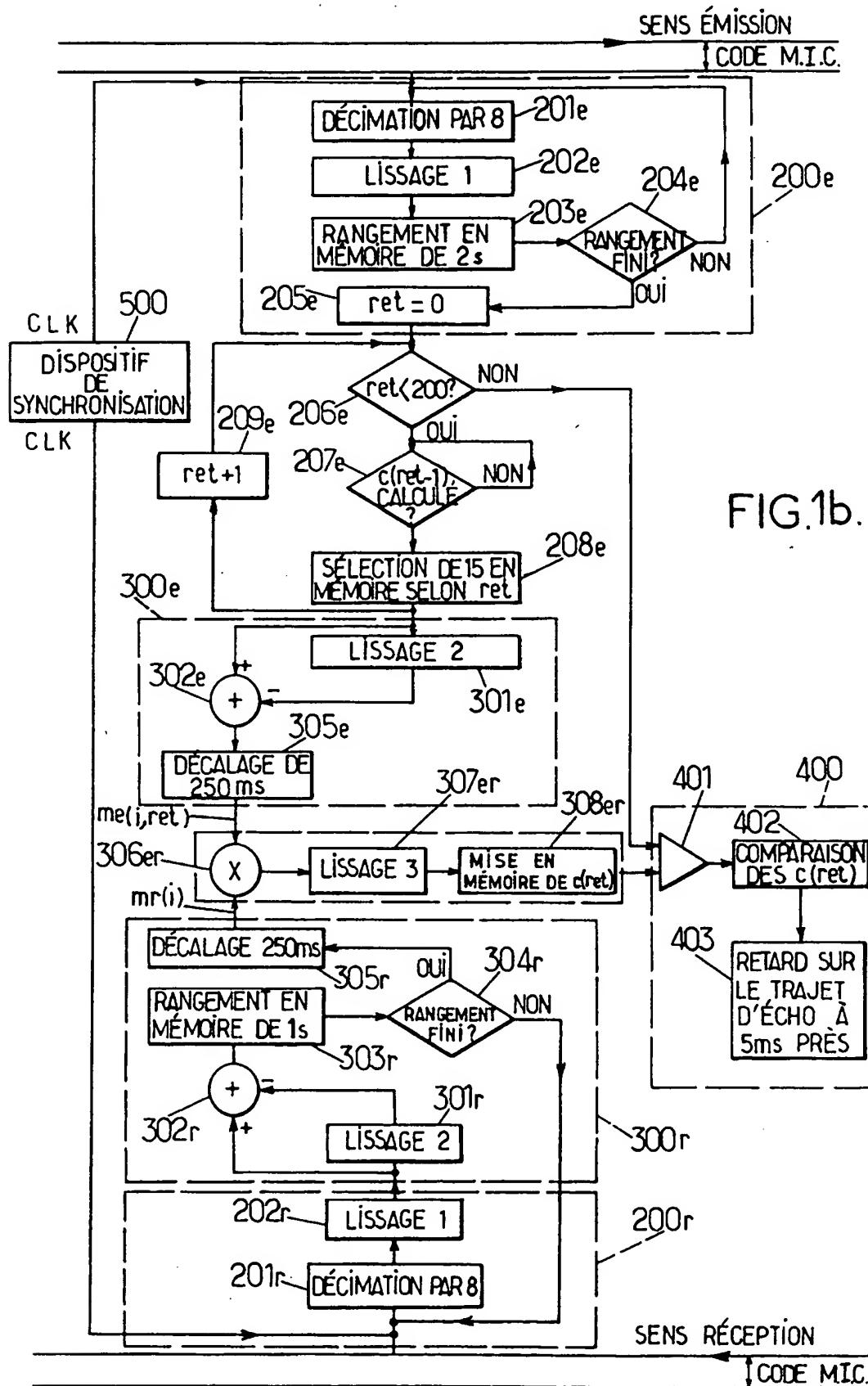
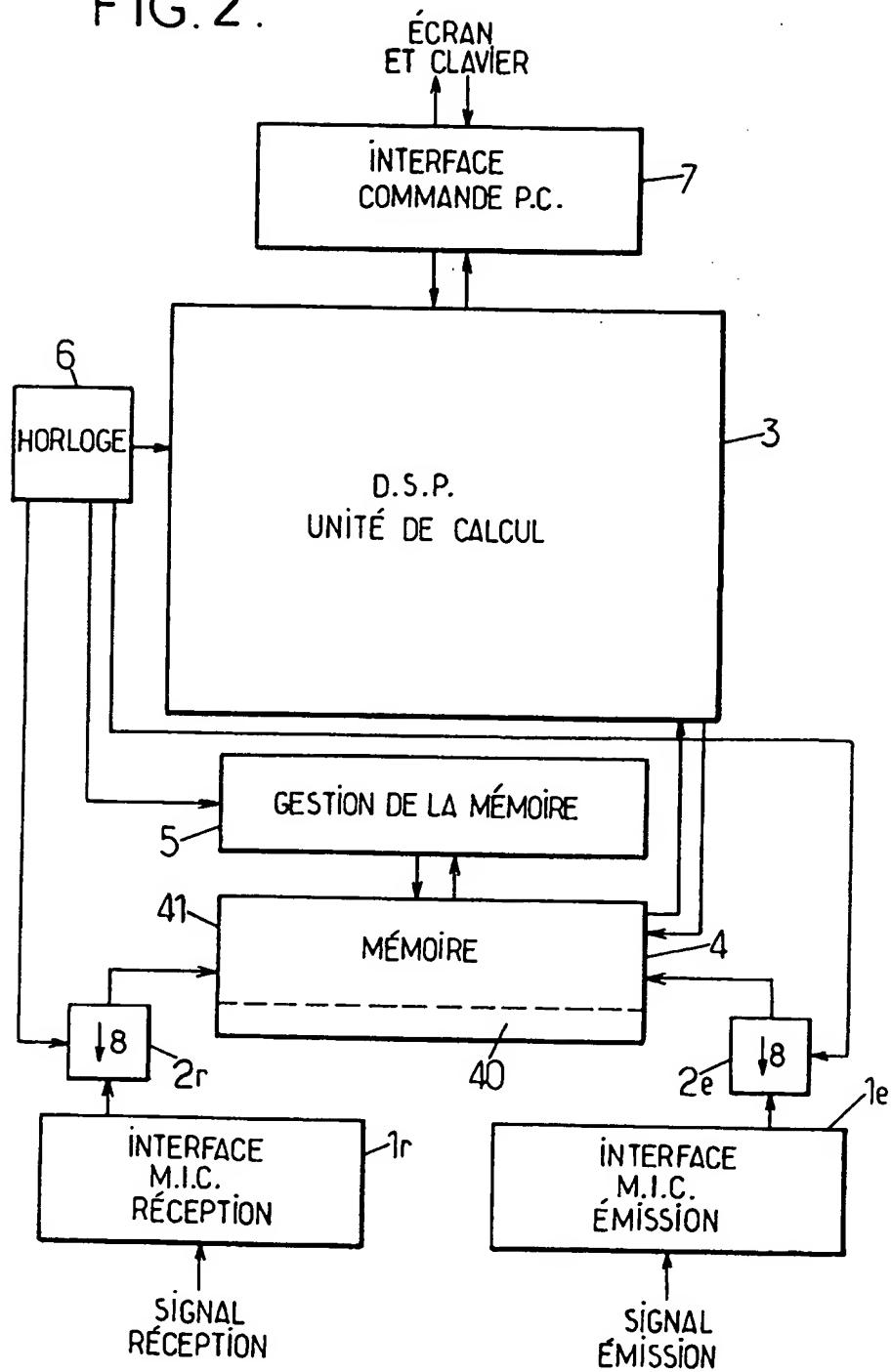
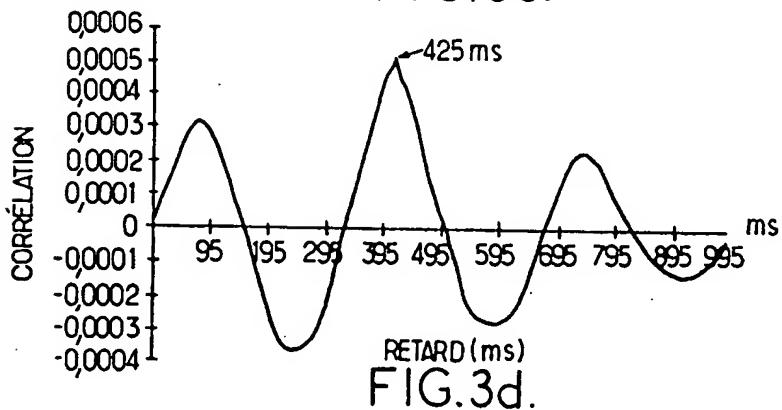
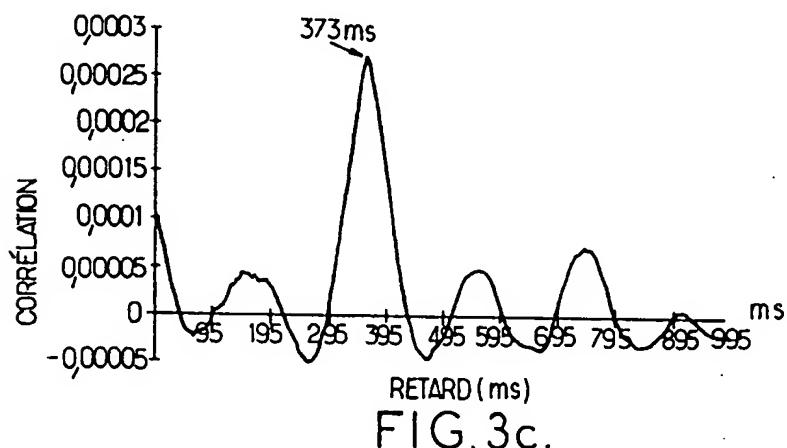
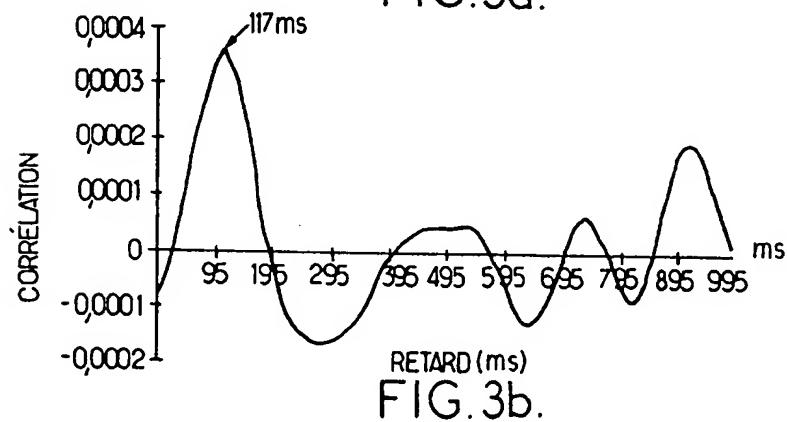
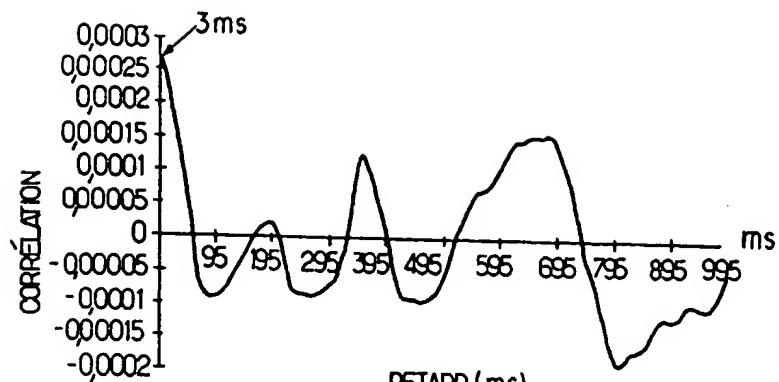


FIG.1b.

FIG. 2.





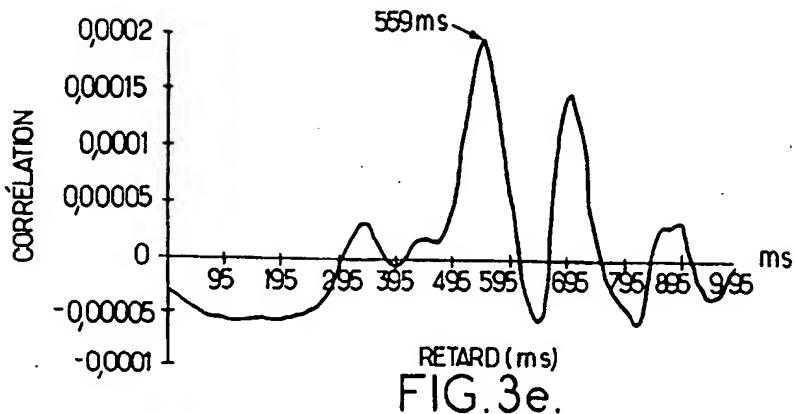


FIG. 3e.

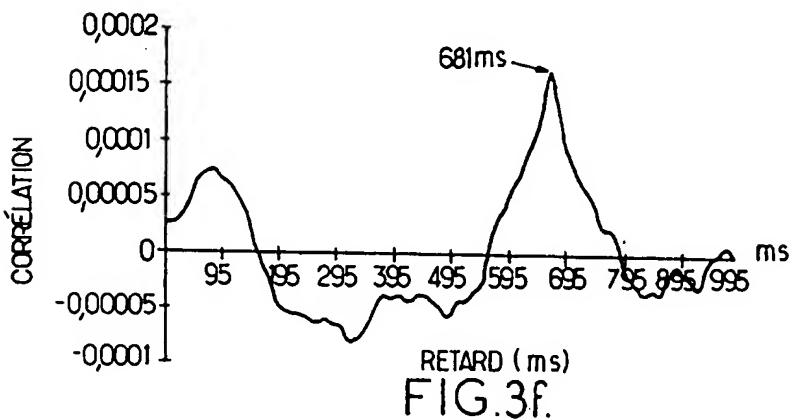


FIG. 3f.

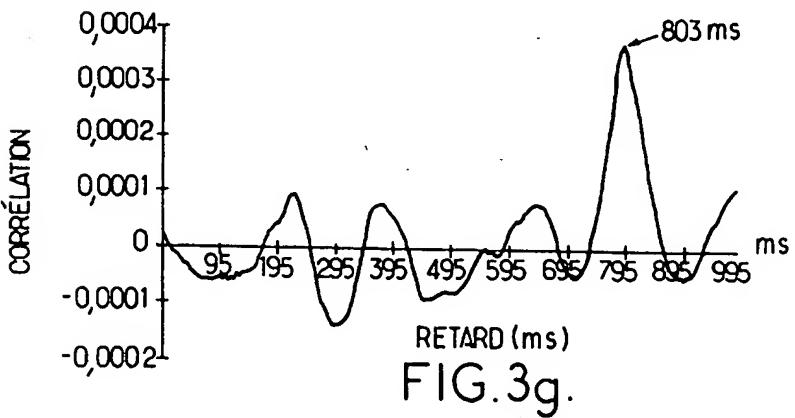


FIG. 3g.

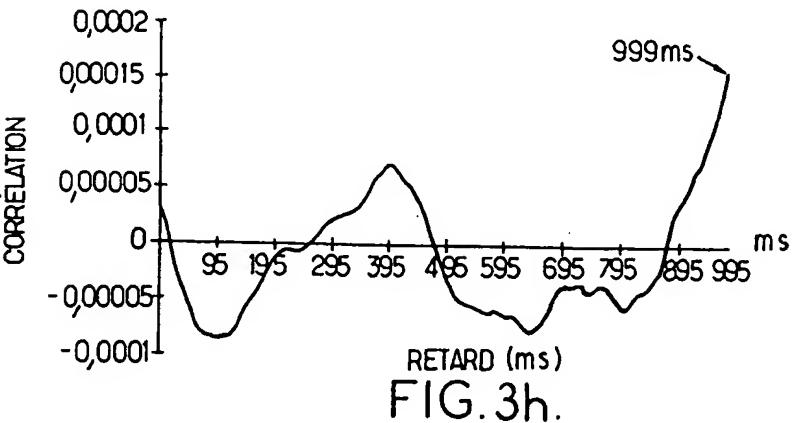
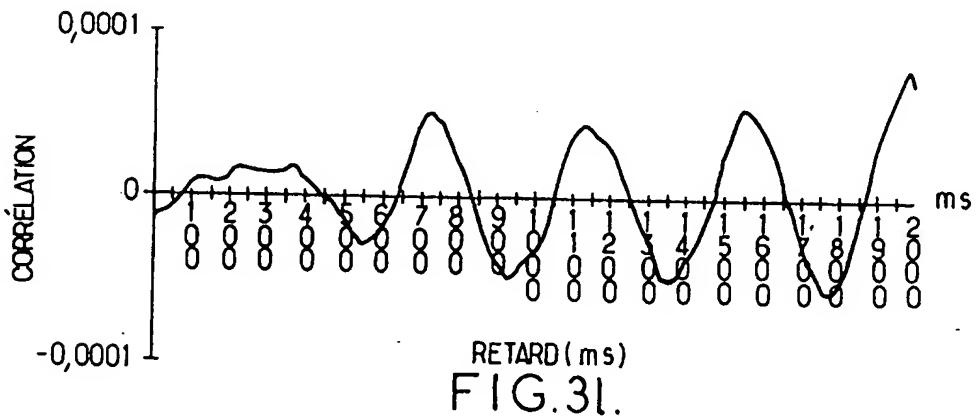
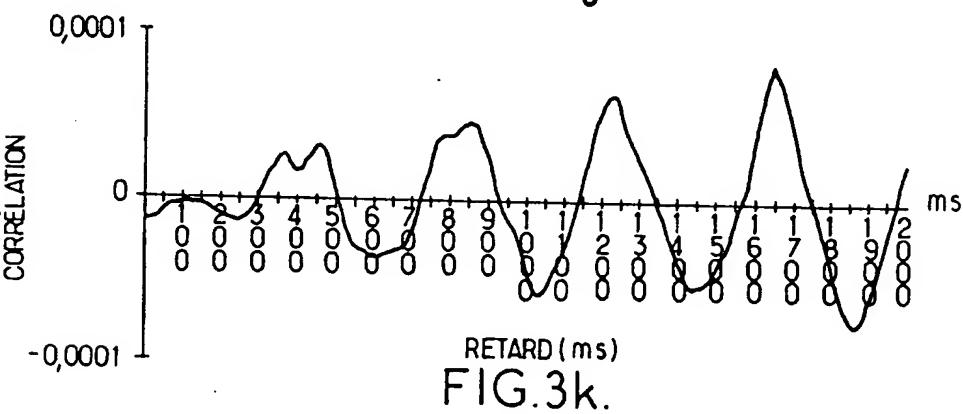
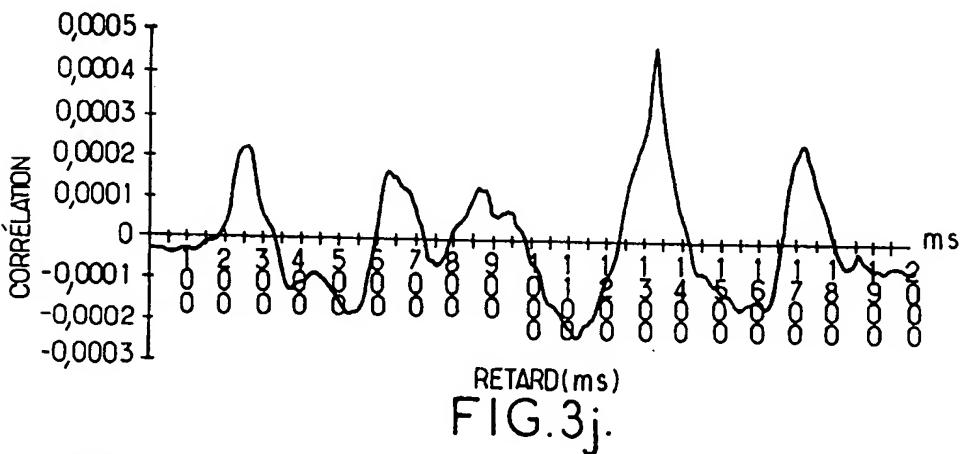
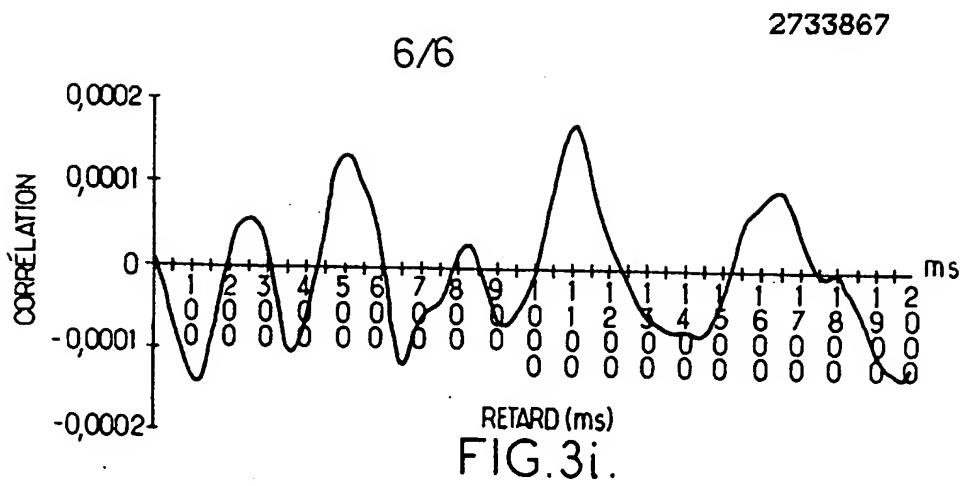


FIG. 3h.



## REPUBLIQUE FRANCAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2733867

N° d'enregistrement  
nationalFA 514282  
FR 9505347

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP-A-0 565 224 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 13; revendications; figures ---	1-10
A	EP-A-0 047 590 (NORTHERN TELECOM LIMITED) * page 7, alinéa 2 * * page 12, alinéa 3 * * revendications * ---	1,6
A	IEE COLLOQUIUM ON "AUDIO DSP - CIRCUITS AND SYSTEMS", LONDON, GB, 16.11.1993, 16 Novembre 1993, IEE, LONDON, GB pages 2-1 - 2-4 S. H. MILNER / R. A. CRYAN / J. M. SENIOR / C. R. SOUTH: 'Live Network Assessment using Digital Signal Processing.' * le document en entier * ---	1,6
A	IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE GLOBECOM '91, PHOENIX, US, 02.-05.12.1991, vol.3, 2 Décembre 1991, IEEE, NEW YORK, US pages 1761 - 1764, XP313702 D. B. RAMSDEN: 'In-service, nonintrusive measurement on speech signals.' * abrégé * * page 1761, colonne de gauche, alinéa 1 - page 1763, colonne de gauche, alinéa 1 * ----	1-10
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04L H04M H04B H04J G10L
1	Date d'achèvement de la recherche 26 Janvier 1996	Examinateur Gries, T
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire  T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

**Description of FR2733867****Print****Copy****Contact Us****Close**

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

Process and device of measurement without intrusion of the quality of transmission of a telephone line.

The invention relates to a process and a device of measurement without intrusion of the quality of transmission of one telephone line.

To measure the quality of transmission of a telephone line, it is possible to operate in two manners. The first consists in sending a specific signal in entry of line and analyzing the signal received in end of line, according to a procedure with intrusion.

The second, procedure without intrusion, consists by means of apparatuses called I.N.M.D. (for In Service NonIntrusive Measurement Device in language anglo-

Saxon), to directly take measurements on the real signals support of the telephone conversations forwarding on the telephone network, in any point of the line of transmission.

These types of apparatuses already were the subject of one standardization by 1' A.N.S.I. (National American Standard Institute/ North-American organization of standardization).

In particular, in order to characterize the quality of the communications well, four principal parameters were retained: - the active vocal level in the two directions of transmission, in dBm;

- the level of noise in the two directions of transmitted

Signal, in dBm; - delay on the way of echo, in ms;

- weakening on the way of echo, in dB.

It is pointed out that the way of echo represents the way traversed by a signal of word between the moment o" a speaker speaks in his telephone headset and that o" it hears its own voice in return, weakened and shifted in time.

Other parameters will be able, if necessary, being used.

Generally, the procedures of measurement of these parameters are not fixed in the international draft recommendations but the objectives and performances are it, and the acceptable limiting values are directly inspired by the results of the methods

experimental implementations so far.

▲ top Among these methods, one can quote the method which made

the object of the publication by the UIT - Sector of the normali-

sation of telecommunications, Commission of studies 12, question 24/12, source ATQT entitled "In service NonIntrusive Measurement Algorithms and Field Results", Geneva

May -19, 1993.

Such a method, in order to carry out the measurement of certain above mentioned parameters such as the delay on the way of echo, requires the implementation of a process of convergence on more than ten thousand iterations of four twenty adaptive coefficient filters, one after the other, each one covering a window of analysis of signal of ten milliseconds, before determining the filter which converged best to calculate, starting from its coefficient more raised, with a precision of at least a millisecond, it required delay and corresponding weakening.

Thus, to be able to measure delays of echo ranging between zero and hundred milliseconds, it is necessary to use ten of these filters and to spend consequently an important computing time, this time becoming even prohibitory if measurement bracket of the delays is changed to two hundred milliseconds and beyond.

Although an international draft recommendation has, for the moment, fixed the higher limit of a beach at fifty milliseconds, for this type of measurements, starting from the existing equipment, within the framework of local telephone calls, the higher limit of the beach of the values of delay was carried at one second for apparatuses able to treat the communications internationales.

The use of the apparatuses of the type I.N.M.D. above mentioned to characterize international communications, in particular when those are conveyed by satellite, the measurement of delays of echo of several hundred milliseconds implies indeed. The above mentioned method thus presents limitations real and potential in measurement, limited to the measurement of delays of echo limited to hundred milliseconds, it hardly appears possible, by a simple increase in the capacities of calculation, to multiply of them the processing capacities because of a very great complexity of implementation. The present invention has the aim of curing the disadvantages and the limitations of the above mentioned method and in particular to ensure the stability of the convergence of the filters used for the implementation of the operations of measurement themselves.

Another object of this invention is moreover, within the framework of a stability of the process of convergence of above mentioned filtering, an acceleration of it process of convergence, and, correlative, a diminution of the costs in computing times.

Another object of this invention is equal

lies, within the framework of the process of convergence stabilized and accelerated above mentioned, an improvement and measurement bracket of the above mentioned delays of echo all in conservant a comparable precision of these measurements.

Another object of this invention is, finally, the implementation of a process and a device of type I.N.M.D. jointly allowing to carry out moreover one suitable measurement of weakening on the way of echo.

The process of measurement without intrusion of the quality of transmission of a telephone line, starting from successive measurements on the signal of word and the signal of echo of this signal of word constitutive of the traffic in a point of this telephone line, object of this invention, is remarkable in what it consists in taking, over one duration determined on the signal of word and the signal of echo forwarding on the telephone line, of the samples of the signal of word and the signal samples of the signal of echo are also filtered by means of a low-pass filtering over one given duration and the

of echo are also filtered by means of a filtering passes

low over a duration appreciably equal to half of this given but shifted duration half of this one, which makes it possible to obtain signals of envelope of the signal of word and signal of echo. A plurality of coefficients of intercorrelation between the signals of envelope of the signal of word and the signal of echo, for successive delays distinct from step of given delay is established. A comparison of the coefficients of intercorrelation makes it possible to discriminate the coefficient of intercorrelation of the largest value, for a specific value of delay, this value of delay specific being representative of the measurement of the delay of the signal of echo to the point of measurement of the telephone line.

The device of measurement without intrusion of the quality of transmission of a telephone line on which a signal of word and a signal of echo forward, object of this invention, is remarkable in what it includes/understands of the circuits of taking away over one duration determined on

signal of word and the signal of echo, a prédéter- number

mined samples of these signals. A module of filtering of the passebas type makes it possible to filter over one given duration the samples of the signal of word and over one duration appreciably equal to half of this determined, shifted and signal of echo. A module of calculation of a plurality of coefficients of intercorrelation between signals of envelope of the signal of word and the signal of echo, for distinct successive delays, makes it possible to discriminate the coefficient of intercorrelation of the largest value

for a specific value of delay, which is representative of the measurement of the delay of the signal of echo, at the point of measure telephone line.

The process and the device, objects of this invention, find application to the management and the monitoring of the numerical telephone lines in which the telephone signal is transmitted to flows

equal or higher than 64 kb/s.

They will be included/understood better with the reading of description and with the observation of the drawings hereafter in which: - the figure represents it, on a purely illustrative basis, a flow chart of implementation of the process of measurement without intrusion of the quality of transmission of a line télépho-screw, object of this invention; - the figure 1b represents a detail of implementation of the process according to the invention, as represented appears about it; - figure 2 represents an illustrative diagram, in the form of diagram block, of a device of measurement without intrusion of the quality of a telephone line, object of this invention; - the figures 3a to 31 represent the value of the function of intercorrelation of the signals of envelope of signal of word and echo, value of the coefficients of intercorrelation for various values of step of delay enters the centered values of the signal of envelope of the signal of echo and the signal of word, for specific delays between signal of word and signal of echo ranging between 3 ms and 1997 ms.

A more detailed description of the process of measurement without intrusion of the quality of transmission of a line telephone, object of this invention, will be many nant given in connection with the figure.

Generally, it is indicated that the telephone line is the seat of a traffic consisted by a signal of word and a signal of echo of this signal of word, these signals being numerical signals consisted a succession of samples transmitted to a flow of 64 kb/s for example. The signal of word forwarding on the telephone line in a direct direction causes in telephone end of line, at the point of destination of the signal of word, a signal of echo, which is considered in direction opposite on the telephone line towards the source of emitted

Signal of the signal of word.

In accordance with a particularly advantageous aspect of the process object of this invention, this one, like represented appears about it, consists in carrying out in a point of measurement of the telephone line considered, a taking away, noted 100, samples of the signal of word and signal of echo in order to obtain a given number of these samples. The taking away is carried out in a traditional way on a window of observation of determined duration, this duration being able for example to be taken equal to two seconds. The signal of word and the signal of echo for example being formed by samples obtained by pulse modulation and coding (MIC) at a frequency of 8 KHz for example, 16.000 values on each direction of circulation of the signal of word respectively of the signal of echo are obtained, these taken values or samples being noted for example E (0) with E (<5.999) for the signal of word and R (0) with R (15 99) for the signal of echo. It is stated of course that the taking away must be carried out by securing every 400 milliseconds regularly for example that the signals forwarding on the line are actually consisted signals of word and that the direction of transmission of the signals is not reversed. These procedures of checking are traditional, and, for this reason, they will not be described in detail.

The taken samples constitute at the point of measurement of the telephone line of the signals of measurement of signal of word and the signal of echo. In a manner generated, it is indicated that designation signal covers any continuation of numerical samples memorized or read at a frequency of suitable reading.

The process object of this invention consists then, in a stage 200, to carry out a filtering of the type low-pass on the samples of the signal of word respectivement on the samples of the signal of echo.

According to a particular characteristic of the process object of this invention, the filtering of the type passes

low is carried out for the determined length of time, i.e. the two seconds duration of test sample selection on the samples of the signal of word and over one duration appreciably equal to half of this determined duration, that is to say appreciably a second, and shifted half of this duration determined, i.e. over the last second, the samples of the signal of echo. One includes/understands as well as the filtering of the low-pass type is carried out on the samples E (0) with E (15 999) whereas this same process of low-pass filtering is carried out only on the samples

R (8000) with R (15999) with regard to the signal of echo.

The operation of filtering of the low-pass type, référen- the EEC 200 on the figure, thus allows to obtain signals of envelope of the signal of word and signal of echo précé- quoted demented people. These signals of envelope are noted ee (I) respectively er (I).

By the operation of filtering, carrying the reference, one understands that one obtains in fact two thousand numerical values according to the above mentioned example, representative of values of the signal of envelope of emission, noted ee (I), and thousand values of the signal of echo, noted er (I), these values

being of course memorized for a secondary treatment.

It is understood indeed that the operation of filtering of the low-pass type causes to smooth the values samples obtained at the end of stage 100 the preceding one at a frequency of 1 KHz for example by carrying out a under-sampling of report/ratio 8. The signals of envelope of the signal of word and the signal of echo then check the relation in the above mentioned example: ee (I) = ee (i-1). (1-1/128) + E (8i) /128 for I E [0 to 1999].

The above mentioned signals of envelope having been obtained, the process object of this invention consists then, in a noted stage 300, to establish a plurality of coefficients of intercorrelation between the above mentioned signals of envelope for successive delays distinct from step of delay determined.

In a mode of realization given as nonrestrictive example, one indicates that the delays used lie between 5 and 1000 milliseconds with steps of delay of 5 milliseconds, which makes it possible to obtain approximately 200 values of coefficients of intercorrelation, these coefficients of intercorrelation allowing of course to calculate the correlation between the incidental signal of word and the signal

of echo reflected on the telephone line taken in considé-

ration. Of course, the coefficients of intercorrelation, noted C (ret) are memorized for a secondary treatment which will make it possible to discriminate the value of delay giving the maximum coefficient of intercorrelation for a maximum of resemblance enters the signal of word and the signal of echo.

Stage 300 of establishment of the coefficients of intercorrelation then is followed, like represented on the figure, of a stage of comparison of the coeffi-

cients of intercorrelation C (ret) above mentioned to discriminate the coefficient of intercorrelation of the largest value, for a specific value of delay, which represents the measurement of the delay between the signal of echo and the signal of word at the point of measurement of the telephone line. It

specific delay is noted ret8.

A more detailed description of the process of measurement

without intrusion of the quality of transmission of a line

telephone, object of this invention, such as illus-

tré in figure, will be now given in connection with the figure Ib. On the figure Ib, one represented a flow chart general of implementation of the various stages of the process, object of this invention. On the figure Ib, one considers that the stage of test sample selection of the signal of word and the signal of echo, carrying reference 100 on the figure, is carried out in a traditional way starting from the samples forwarding on the telephone line in the direction of emission

signal of word, respectively in the direction of récep-

tion of the signal of echo. These operations are of the operations of the traditional type, and, for this reason, will not be described in

detail. Taken samples E (0) with E (.5 999) respecti-

vement R (0) with R (15 999) are samples quantified in

coding MIC previously quoted.

On the figure Ib, one indicates that the operations corresponding at stages 200 and 300 of the figure being carried out it for the majority on the samples taken of the signal of word respectively on the taken samples of the signal of echo, these same operations relating to the signal of word carry the reference E in index, whereas these operations carried out on the signal of echo carry

even reference with index R.

As represented on the figure Ib, the échantil-

let us ions taken are thus subjected at stages 200. , 200r for

to carry out the filtering of the low-pass type with under-échantil

lomage itself, noted 201, respectively 201r, under

sampling carried out by decimation by 8. In a traditional way, it is indicated that this under-sampling can be carried out by memorizing of the values then reading of one

value on 8, for example. The operations 201e respecti-

vement 201r is carried out for two seconds the given length of time of taking away, respectively during half of this shifted duration and makes it possible to generate a signal of word subsample, respectively one signal of subsample echo. Stages of under

sampling 201e respectively 201r is then followed of a smoothing itself by recursive filtering for the corresponding duration, the length of time determined for the subsample signal of word, equal to two seconds, and duration appreciably equal to half of this détermi- duration

born for the signal from subsample echo, to generate the signals of envelope of the signal of word ee (I) and of the signal of echo er (I) considered. The operations of smoothing itself respectively carry the reference 202e 202r on the figure 1b. The signals of envelope of the signal of word ee (I) can then be arranged in memory in a stage 203. , an iterative loop 204, allowing obtaining the 2000 values of the signal of envelope of the signal of word and their arrangement in memory like, at the end of the obtaining these values, an initialization of a step of delay with zero value in a stage 205.

A loop formed by stages 206, of comparison

step value of delay to value 200, test 207.

relating to obtaining the coefficients of intercorrelation, then of operation of selection in memory 208. of a number of samples corresponding to one one second duration and incrementing of the delay of the value + 1 in 209e makes it possible to prepare the values of the signals of envelope ee (I) for the stage of calculation of the coefficients of intercorrelation.

With regard to the operation of smoothing properly

said, noted bearing smoothing 1 reference 202. , respective

202r lies on the figure 1b, one indicates that this operation

is realized by a recursive filtering checking the rela-

tion: - for the signal signal of word wraps:

$ee (I) = ee (i-1) \cdot (1-1/128) + E (8i) / 128.$

In this relation, ee (I) represents the value of the amplifier

tude of the signal of envelope for the sample of signal of word E (I) of row I, with I E [0,1999], and - for the signal of envelope of the signal of echo:

$er (I) = er (i-1) \cdot (1-1/128) + R (8i+8000) / 128.$

In this relation er (I) the value of the amplifier represents

tude of the signal of envelope for the sample of signal

of echo R (I) of row I, with I E [0,999].

As represented on the figure 1b, the signal of envelope of the signal of word and the signal of echo are then subjected at the stage of calculation of the coefficients of inter

correlation carrying the references 300e and 300r on the above mentioned figure. Generally, one indicates that the above mentioned stages consist for each successive delay, these delays lying between 5 and 1000 milliseconds, to the step of 5 milliseconds for example, like mentioned précé-

demented people, and obtained thanks to loop 206e, 207, 208, and 209, previously described, to carry out a recursive filtering to determine the average value of the signal of envelope of the signal of echo to the operation 300r on the totality of the duration of the signal of sampled echo. This operation of recursive filtering is carried out thanks to an operation of filtering itself, is noted 301r, indicated by smoothing 2 on the figure 1b, and of a recursive loop between the value of entry of the operation 301r and the value of exit, and of an operator of subtraction, noted 302r on the figure 1b. An operation of arrangement in memory of duration one second, i.e. corresponding to the number of samples taken for the signal of echo, is envisaged in 303r. A test relating to obtaining the number of corresponding average values 304r is planned for the continuation of the process by looping towards the operation of filtering of the low-pass type 200r or with opposite towards an operation of a shift of 250 millise-

cops, 305r, and allows to obtain the average values centred for an arithmetic operation of the coefficients of intercorrelation itself. These centred average values are noted Mr. (I) on the figure 1b.

Same manner, the stage of calculation of the plura-

lity of coefficients of intercorrelation consists, for each successive delay, to carry out a recursive filtering similar, carrying reference 300 ", on the signal of envelope

lope of the signal of word on the corresponding half, is 1 second, of the duration of the sampled signal of word, by the operations of smoothing themselves 301e and recursive looping starting from the values of entry of this smoothing itself 301e and exit of this same smoothing via an operator of subtraction 302e. A shift of 250 milliseconds carrying reference 305, makes it possible to obtain centered average values of envelope of the signal of word, noted me (I, ret) for each value

successive of delay ret given.

The plurality of coefficients of correlation, it is

with-statement the coefficients C (ret) is then established on one

given beach of time of values of half correspon-

dante of the centered values of the values of the signal of echo and envelope of the signal of word, by calculation starting from the centered values of envelope of the signal of echo Mr. (I) and of the signal of word me (I, ret). In the example of realization chosen, the coefficients of correlation C (ret) are calculated between the 750 last milliseconds of the centered envelope of reception, i.e. signal of echo, and the 750 corresponding milliseconds of the envelope centered of signal of word for each above mentioned delay.

As represented on the figure 1b, this calculation is carried out by means of an operator of multiplication carrying reference 306, R and D ' an operation of recursive filtering carrying reference 307. , indicated by smoothing 3 on the figure 1b. The values of the coefficients of intercorrelation C (ret) obtained following the operation of smoothing 3, 306er, are then put in memory in a noted operation 308er Generally, one indicates that the centered values of envelope of the signal of echo Mr. (I) check the relation:

$$\text{Mr. (I)} = \text{Mr. (i-1)} \cdot (1-1/8) + \text{er (I)} / 8, \text{ for } I \in [0,999].$$

The centered value of envelope of the signal of word me (I, ret) for each successive value of the delay ret, checks the relation:  $\text{me (I, ret)} = \text{me (i, ret)} \cdot (1-1/8) + \text{ee (i+1000-ret)} / 8$ , for  $I \in [0,999]$ .

Lastly, each coefficient of intercorrelation C (ret) obtained following the operation of smoothing 3, 307er, checks the relation:  $C (\text{ret}) = C (\text{ret}) \cdot (11/16) + [\text{er (I)} - \text{Mr. (I)}] \cdot [\text{ee (i+1000-ret)} - \text{me (I, ret)}] / 16$ , for  $I \in [250,999]$ .

Following obtaining the coefficients of intercorréla-

tion memorized at stage 308, er one indicates, like represented in figure 1b, that stage 400 of comparison to carry out a discrimination of the specific delay ret. can be realized starting from a logical door 401 allowing to control the operation of comparison itself starting from the values of the coefficients of intercorrelation put in memory by means of a routine of comparisons of the coefficients carrying reference 402. The routine of comparison of the coefficients of intercorrelation 402 makes it possible to obtain the specific delay ret, on the way of echo with a precision corresponding to the value of an elementary delay or not of delay, that is to say 5 ms in the example of realization described.

Of course, the whole of the treatment

described in connection with the figure 1b is made out of synchro

nisation starting from a module of synchronization 500, which makes it possible to deliver any clock signal adapted, noted CLK, allowing the control of the process according to stages' previously indicated.

A more detailed description of a device of

measure without intrusion of the quality of transmission of a telephone line in conformity with the object of present invention will be now given in connection with the figu-

Re 2.

Generally, it is indicated that the device object of this invention comprises circuits, noted respectively Lr, of levy on one détermi- duration

born, on the signal of word and the signal of echo, of a given number of samples of the signal of word and signal of echo. Circuits it and Lr are advantageously

constituted by a circuit of interfacing of the type M.I.C.

allowing the selection of the signal of emission respectively of the signal of reception. These circuits are of the circuits of the traditional type, and, for this reason, will not be described in detail. Of course, the circuits of interfacing it and Lr are inter-connected with the telephone line on which a measurement of quality must be taken and deliver the taken successive samples of the signal of word

respectively signal of echo.

The device object of this invention

also comprise circuits of filtering of the type passes

low over a given duration of the samples of the signal of word and over one duration equalizes with half of this determined duration, shifted this same duration of the samples of

signal of echo.

In a mode of advantageous realization as represented of figure 2, the circuit of filtering of the low-pass type includes/understands at least a first and a second circuit under-sampler, carrying the reference 2nd respectively 2r, inter-connected to the first respectively

with the second circuit of interfacing 1, 1r. Circuits under

samplers make it possible to deliver a signal of word and a signal of subsample echo. They can be carried out in a

nonlimitative way by a circuit of memorizing receiving the signal of word, respectively the signal of echo subsample at a determined frequency, frequency 8 KHz as previously mentioned. These circuits of memorizing are then read at a frequency lower, said frequency of decimation, of which the report/ratio constitutes the report/ratio of decimation chosen, report/ratio 8 in

the example described.

Circuits of filtering of the low-pass type comprehend moreover a module of smoothing by recursive filtering receiving the signal of word and the signal of echo under sampled and allowing to generate the signals of envelope of the signal of word and the signal of echo.

In a preferential mode of realization of the disposit-

hair object of this invention, one indicates that them

Circuits of smoothing by recursive filtering can advantage-

sow being formed by a calculating unit, carrying reference 3, this calculating unit being made up for example by a digital signal processor (D.S.P.) provided with a specific memory of program comprising a routine of program corresponding to the function of smoothing noted smoothing 1 on the figure 1b. Of course, the calculating unit 3 is thus associated a memory 4 comprising for example a part read-write memory or working memory 41 and one part read-only memory 40, which comprises the above mentioned routine. A circuit 5 of management of the memory is envisaged, allowing addressing in read-write of memory 4 and in particular of the read-only memory 40 and the memory

live 41 associated with the calculating unit 3. In manner classi-

that, a clock 6 makes it possible to synchronize the operations of the unit. Lastly, the device object of this invention of course comprises a module of calculation of the coefficients of intercorrelation between the signals of envelope of the signal of word and the signal of echo for the successive delays distinct from step of given delay as well as a module of discrimination of the coefficient of intercorrelation of the greatest value of these coefficients for the value of specific delay corresponding. Of course, the above mentioned modules are consisted the calculating unit 3 and the read-only memory 40 associated, which comprises corresponding routines as described in connection with

appear 1b, i.e. specifically of the routines corres-

laying with the operators 306er, 307er and 308er respectively 402 on the figure 1b. From the point of view of operation, one indicates that part 41 of memory 4 component read-write memory can make it possible for example to memorize the signals of word and echo subsample like all the intermediate computation results making it possible to obtain the coefficients of intercorrelation C (ret) above mentioned. Lastly, a circuit of interfacing 7 is envisaged, this circuit of interfacing of the type connection series for example being inter-connected to the calculating unit 3 in order to make it possible to carry out the interconnection of

device object of this invention at a microphone

external computer of piloting for example.

The figures 3a to 31 make it possible to illustrate the results obtained by the implementation of the process object of this invention thanks to the device describes in connection with figure 2.

Recommended procedure applied in

operation range of the former methods, it be-with

to say for delays not exceeding 100 ms, gives results of an equivalent precision but in a way much faster.

Moreover, one easily notes the presence of a maximum for the value of the coefficients of intercorrelation carried in ordinates and indicated by correlation for the temporal shift or specific delay ret, corresponding to the delay on the way of echo. This is particularly checked for values of delay of 3 ms, 117 ms, 373 ms, 425 ms, 559 ms, 681 ms, 803 ms, 999 ms, 1111 ms, 1336 ms, 1651 ms and 1997 ms, like represented on the figures 3a with 31 above mentioned. It is stated moreover that the diagrams illustrated on the preceding figures make it possible to highlight a virtually identical quality of operation for measurements of delay which can reach one second, and this without excessive overload of calculation, since calculation is carried out by means of the 200 correlations

corresponding to the 200 steps of delay.

The limit of delay currently fixed at second is realistic screw-avis of the conditions met on international telephone network.

However, this limit can be pushed back with values higher than one second and it is enough for that, by the implementation of the process and the device objects of this invention, to increase the number of calculations of correlation, the step of delay of 5 ms which can be preserved.

This number of calculations of correlation increases by as much the total computing time but maintains this one within completely reasonable limits, the delays higher than

one second being represented in figures 3i to 31.

It is stated finally that the process and the device objects of this invention can be used not only for measurements without intrusion but also within the framework of later telephone applications requiring the knowledge of the characteristic parameters

echo.